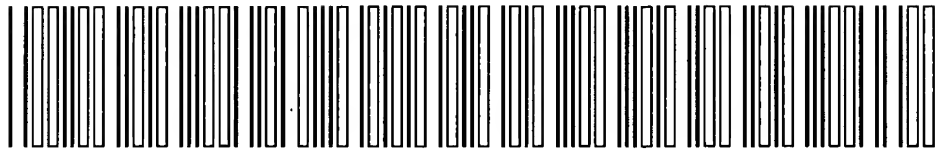


# IDS REFERENCES



FOR

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-069503

(43)Date of publication of application : 07.03.2003

(51)Int.Cl.

H04B 10/08  
H04B 17/02  
H04J 14/00  
H04J 14/02  
H04J 14/04  
H04J 14/06

(21)Application number : 2001-257959

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 28.08.2001

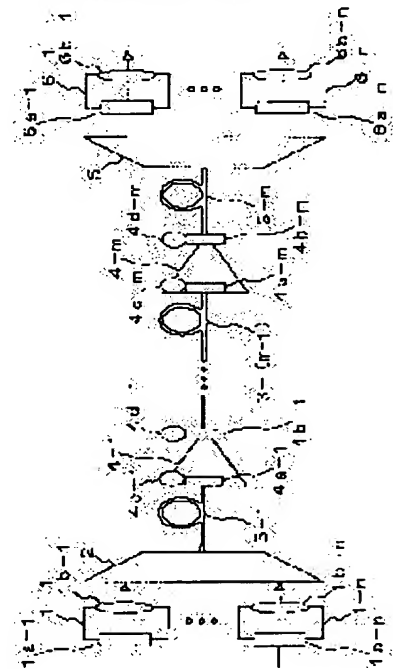
(72)Inventor : ODA KAZUHIRO  
SUDO ATSUSHI

## (54) OPTICAL MULTIPLEXING TRANSMISSION SYSTEM AND OPTICAL MULTIPLEXING TRANSMISSION METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical multiplexing transmission system and an optical multiplexing transmission method capable of identifying a fault location and a cause of the fault at an early stage by supervising data transmission in a relay section of an optical transmission line in optical multiplexing transmission.

**SOLUTION:** In the optical multiplexing transmission system for optical communication by multiplexing a plurality of wavelength-divided or code-divided optical signals by use of an optical transmission line, optical repeaters 4-1 to 4-m located at least one or more optical relay points are provided with code error supervisory function sections 4c-1 to 4c-m for optical repeater input, and code error supervisory function sections 4d-1 to 4d-m for optical repeater output, respectively functioning as fault supervisory means which supervise fault by checking code error rates against electric signals converted from at least one or more optical signals each having a single wavelength extracted from the wavelength-multiplexed optical signal.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-69503  
(P2003-69503A)

(43) 公開日 平成15年3月7日(2003.3.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 B 10/08		H 0 4 B 17/02	E 5 K 0 0 2
	17/02	9/00	K 5 K 0 4 2
H 0 4 J 14/00			E
	14/02		F
	14/04		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-257959(P2001-257959)

(22) 出願日 平成13年8月28日(2001.8.28)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 雄田 一弘

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 須藤 篤史

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外2名)

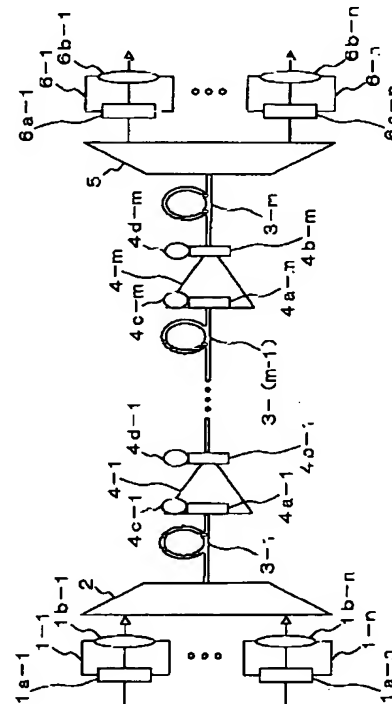
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光多重伝送システム、及び光多重伝送方法

(57) 【要約】

【課題】 光多重伝送における光伝送路の中継区間においてもデータ伝送の誤り監視を行って、早期に障害箇所／原因の特定を行い得る光多重伝送システム、及び光多重伝送方法を提供する。

【解決手段】 光伝送路を用いて複数の波長もしくは符号により分割された光信号を多重して光通信を行う光多重伝送システムにおいて、少なくとも1箇所以上の光中継点である光中継器4-1～4-mに、波長多重された光信号から抽出した少なくとも1つ以上の単一の波長の光信号を電気信号に変換して、符号誤り率チェックによる障害監視を行う光中継器入力符号誤り監視機能部4c-1～4c-mや光中継器出力符号誤り監視機能部4d-1～4d-mを、障害監視手段として設けた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光伝送路を用いて複数の波長もしくは符号により分割された光信号を多重して光通信を行う光多重伝送システムにおいて、

少なくとも1箇所以上の光中継点に、波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波または分岐し、該光信号を電気信号に変換して符号誤り率チェックによる障害監視を行う障害監視手段を備えたことを特徴とする光多重伝送システム。

【請求項2】 前記障害監視手段は、

前記1箇所以上の光中継点の入力部または出力部、あるいは前記光中継点の入力部及び出力部、あるいは前記光中継点の内部のいずれかに備えられ、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波または分岐することを特徴とする請求項1に記載の光多重伝送システム。

【請求項3】 前記障害監視手段は、

波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波する光信号分波手段と、  
前記光信号分波手段により分波された光信号を電気信号に変換し、該電気信号が伝達するデータ信号を復調して符号誤り率チェックを行うと共に、データ信号の終端処理を行い、前記光信号と同じ波長で発光する光を終端処理されたデータ信号で再度変調する終端処理手段と、  
再度変調された光信号を前記光中継点の後段の伝送路へ挿入する光信号挿入手段とを含むことを特徴とする請求項1、または請求項2に記載の光多重伝送システム。

【請求項4】 前記障害監視手段は、

波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分岐する光信号分岐手段と、  
前記光信号分岐手段により分岐された光信号を電気信号に変換し、該電気信号が伝達するデータ信号を復調して符号誤り率チェックを行うモニタ手段とを含むことを特徴とする請求項1、または請求項2に記載の光多重伝送システム。

【請求項5】 光伝送路を用いて複数の波長もしくは符号により分割された光信号を多重して光通信を行う光多重伝送方法において、

少なくとも1箇所以上の光中継点に、波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波または分岐し、該光信号を電気信号に変換して符号誤り率チェックによる障害監視を行う障害監視処理を含むことを特徴とする光多重伝送方法。

【請求項6】 前記障害監視処理は、

前記1箇所以上の光中継点の入力部または出力部、あるいは前記光中継点の入力部及び出力部、あるいは前記光

中継点の内部のいずれかから、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波または分岐することを特徴とする請求項5に記載の光多重伝送方法。

【請求項7】 前記障害監視処理は、

波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波する光信号分波処理と、

前記光信号分波処理により分波された光信号を電気信号に変換し、該電気信号が伝達するデータ信号を復調して符号誤り率チェックを行うと共に、データ信号の終端処理を行い、前記光信号と同じ波長で発光する光を終端処理されたデータ信号で再度変調する終端処理と、  
再度変調された光信号を前記光中継点の後段の伝送路へ挿入する光信号挿入処理とを含むことを特徴とする請求項5、または請求項6に記載の光多重伝送方法。

【請求項8】 前記障害監視処理は、

波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分岐する光信号分岐処理と、

前記光信号分岐処理により分岐された光信号を電気信号に変換し、該電気信号が伝達するデータ信号を復調して符号誤り率チェックを行うモニタ処理とを含むことを特徴とする請求項5、または請求項6に記載の光多重伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光伝送路を用いて複数の波長もしくは符号により分割された光信号を多重して光通信を行う光多重伝送システム、及び光多重伝送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、光伝送技術の進歩により、1本の光ファイバケーブル内に複数の波長を多重化して複数のデータを同時に伝送する波長分割多重(WDM: Wavelength Division Multiplexing)伝送方式が実現されている。図6は、従来の光伝送技術を説明するための波長多重伝送システムの構成例である。図6において、符号1-1~1-nは送信側トランスポンダ、符号1a-1~1a-nは送信トランスポンダ光受信レベル監視機能部、符号1b-1~1b-nは送信トランスポンダ符号誤り監視機能部、符号2は波長合波機能部、符号3-1~3-mは光中継セクションである。また、符号9-1~9-mは光中継器、符号9a-1~9a-mは光中継器光受信レベル監視機能部、符号9b-1~9b-mは光中継器光送信レベル監視機能部、符号5は波長分波機能部、符号6-1~6-nは受信側トランスポンダ、符号6a-1~6a-nは受信トランスポンダ光受信レベル監視機能部、符号6b-1~6b-nは受信トランスポンダ符号誤り監視機能部である。ここで、上記におけるm、nは自然数である。

【0003】従来の障害監視法の場合、伝達されるべき送信データは、送信側トランスポンダ1-1~1-nのそれぞれ入力され、送信トランスポンダ光受信レベル監視機能部1a-1~1a-nにより適切な光レベルか否かを監視された後、さらに光電気変換による送信トランスポンダ符号誤り監視機能部1b-1~1b-nにより伝達されるべき各送信データの元々の信号品質が監視される。この過程によって、伝達すべきデータ信号の信号品質に劣化があった場合、元々の信号品質に問題があるのか、あるいはWDM装置側に問題があるのか特定される。

【0004】次に、送信側トランスポンダ1-1~1-nから出力される信号光は、波長合波機能部2によってWDM(波長分割多重)され、光中継セクション3-1に送出される。光中継セクション3-1中を伝送されたWDM信号光は、伝送路の損失などにより光強度が減衰するため、光中継器9-1によりWDM信号光強度を増幅し、次の光中継セクション3-2に送出する。このような過程を繰り返して、光中継セクション3-1~3-m及び光中継器9-1~9-mを経由して、波長分波機能部5までWDM伝送される。このとき、光中継器の光中継器光受信レベル監視機能部9a-1~9a-m、及び光中継器光送信レベル監視機能部9b-1~9b-mなどによって、光中継器9-1もしくは光中継セクション3-1などで障害が発生しているか否かをトータル光レベルから推定し、WDM光伝送方式における障害を監視する。

【0005】一方、受信側では、波長分波機能部5で各波長に分波し、分波された光信号は、受信側トランスポンダ6-1~6-nによって受信され、各データ信号を得る。このとき、受信トランスポンダ光受信レベル監視機能部6a-1~6a-nによって、各波長の光レベルが正常か否かを監視し、受信トランスポンダ符号誤り監視機能部6b-1~6b-nによって、復調したデータ信号が正常か否かを確認する。この過程によって、伝送方向に対してこれより後に接続される下流の装置にデータ信号を引き渡す前に、WDM伝送区間で信号の劣化が生じていないかを特定することが可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この方式は、従来の1光ケーブル中を1波長によりデータ伝送する場合よりも、多重した波長数分多くのデータを伝送できる利点がある反面、一旦、障害等が発生した場合にはその影響が大きいという問題があった。加えて、障害監視に関しては、中継区間では、波長毎に光電気変換を行ってデータ個々の誤り監視を行うのはコストがかかるなどの理由から、光全体の受信レベルを監視する程度であったため、終端点でデータの受信誤りが検出されても、障害箇所の特定、障害原因の特定が困難なため対処が遅れるという問題があった。特に、図6に示した従来例では、

受信側トランスポンダ6-1~6-nで、データ誤り率の劣化を検出した際に、光中継セクション3-1もしくは光中継器4-1のどこに障害が発生しているのかを特定する際に、主信号品質を間接的に推定する手法がとられているため、障害発生点の特定が遅れる場合があった。

【0007】すなわち、WDM伝送では、一般に光中継器として多波長一括増幅が可能な光増幅器が経済性の観点から用いられるが、多波長一括増幅を行う光中継器では、個々の信号光(各波長)のデータ信号の誤り率を監視することが”構成が複雑になる、経済性が失われる”などの観点から困難なため、光中継器の光受信レベル及び光送信レベル監視機能によって、光中継器の入出力のトータル光レベルのみを監視する。次に、波長数情報から各波長の光レベルを推定し、その推定された各波長レベルから光のSNR(Signal to Noise Ratio: 信号対雑音比)を推定する。そして、最後にそこから各データ信号の誤り率を推定するという間接的手法がとられている。そのため、

(1) 光増幅器内部に故障が発生し、光SNRが劣化したとしても、トータル光入出力レベルが正常な場合

(2) 伝送路である光ファイバ中の非線形光学効果によるチャネル間相互作用により、データ信号に誤りが発生したとしても、トータル光入出力レベルが正常な場合などでは光中継セクションもしくは光中継器のどこで障害が発生しているかを特定することが、困難になるという問題点があった。

【0008】本発明は、上記問題点を鑑みてなされたもので、光多重伝送における光伝送路の中継区間においてもデータ伝送の誤り監視を行って、早期に障害箇所/原因の特定を行い得る光多重伝送システム、及び光多重伝送方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、本発明は、光伝送路を用いて複数の波長もしくは符号により分割された光信号を多重して光通信を行う光多重伝送システムにおいて、少なくとも1箇所以上の光中継点に、波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波または分岐し、該光信号を電気信号に変換して符号誤り率チェックによる障害監視を行う障害監視手段(例えば実施の形態の光中継器入力符号誤り監視機能部4c、4c-1~4c-mや光中継器出力符号誤り監視機能部4d、4d-1~4d-m)を備えたことを特徴とする。以上の構成により、波長または符号によって多重された光信号から、少なくとも1波以上の単一の波長の光信号を分岐もしくは分波して取り出し、これを電気信号へ変換して直接的に符号誤り率特性を監視する。

【0010】本発明は、上記光多重伝送システムにおい

て、前記障害監視手段は、前記1箇所以上の光中継点の入力部または出力部、あるいは前記光中継点の入力部及び出力部、あるいは前記光中継点の内部のいずれかに備えられ、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波または分岐することを特徴とする。以上の構成により、伝送路において、光中継点より前の伝送路、光中継点より後ろの伝送路、光中継点の内部のどこで障害が発生しているかを判定する。

【0011】本発明は、上記光多重伝送システムにおいて、前記障害監視手段は、波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波する光信号分波手段（例えば実施の形態のサーキュレータ11とファイバブラッググレーティング12、または光カプラ17と光フィルタ18）と、前記光信号分波手段により分波された光信号を電気信号に変換し、該電気信号が伝達するデータ信号を復調して符号誤り率チェックを行うと共に、データ信号の終端処理を行い、前記光信号と同じ波長で発光する光を終端処理されたデータ信号で再度変調する終端処理手段（例えば実施の形態の終端処理部15）と、再度変調された光信号を前記光中継点の後段の伝送路へ挿入する光信号挿入手段（例えば実施の形態のサーキュレータ14とファイバブラッググレーティング13、または光カプラ16）とを含むことを特徴とする。以上の構成により、波長分割多重、あるいは符号分割多重された光信号から、特定の波長を持つ光信号を分波して電気信号へ変換し、符号誤り率を測定した後、終端処理を行いデータを再生する。そして、再生されたデータ信号を用いて、多重された光信号より分波された光信号の波長と同じ波長の光信号を再変調して、元の波長分割多重、あるいは符号分割多重された光信号へ戻す。従って、分波された光信号が元に戻されて、元の波長分割多重、あるいは符号分割多重された光信号と同じ信号となる。

【0012】本発明は、上記光多重伝送システムにおいて、前記障害監視手段は、波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分岐する光信号分岐手段（例えば実施の形態の光カプラ17と光フィルタ18、または光カプラ17と光アイソレータ19）と、前記光信号分岐手段により分岐された光信号を電気信号に変換し、該電気信号が伝達するデータ信号を復調して符号誤り率チェックを行うモニタ手段（例えば実施の形態のモニタ処理部21）とを含むことを特徴とする。以上の構成により、波長分割多重、あるいは符号分割多重された光信号から、モニタ信号として、特定の波長を持つ光信号を分岐して電気信号へ変換し、符号誤り率を測定する。

【0013】本発明は、光伝送路を用いて複数の波長もしくは符号により分割された光信号を多重して光通信を

行う光多重伝送方法において、少なくとも1箇所以上の光中継点に、波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波または分岐し、該光信号を電気信号に変換して符号誤り率チェックによる障害監視を行う障害監視処理を含むことを特徴とする。

【0014】本発明は、上記光多重伝送方法において、前記障害監視処理は、前記1箇所以上の光中継点の入力部または出力部、あるいは前記光中継点の入力部及び出力部、あるいは前記光中継点の内部のいずれかから、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波または分岐することを特徴とする。

【0015】本発明は、上記光多重伝送方法において、前記障害監視処理は、波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分波する光信号分波処理と、前記光信号分波処理により分波された光信号を電気信号に変換し、該電気信号が伝達するデータ信号を復調して符号誤り率チェックを行うと共に、データ信号の終端処理を行い、前記光信号と同じ波長で発光する光を終端処理されたデータ信号で再度変調する終端処理と、再度変調された光信号を前記光中継点の後段の伝送路へ挿入する光信号挿入処理とを含むことを特徴とする。

【0016】本発明は、上記光多重伝送システムにおいて、前記障害監視処理は、波長分割多重もしくは符号分割多重された光信号から、少なくとも1つ以上の単一の波長もしくは符号を持つ光信号を分岐する光信号分岐処理と、前記光信号分岐処理により分岐された光信号を電気信号に変換し、該電気信号が伝達するデータ信号を復調して符号誤り率チェックを行うモニタ処理とを含むことを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態による光多重伝送システムを図面を参照して説明する。なお、実施の形態では波長分割多重方式による光多重伝送システムを一例として説明する。

（第1の実施の形態）図1は、本発明の第1の実施の形態による光多重伝送システムの構成を示すブロック図であって、中継器における光電気処理を用いた符号誤り監視機能の実現手段の構成例である。図1において、符号1-1~1-nは送信データによりそれぞれ異なる波長の光信号を変調して送出する送信側トランスポンダ、符号1a-1~1a-nは送信側トランスポンダの受信した光信号のレベルを監視する送信トランスポンダ光受信レベル監視機能部、符号1b-1~1b-nは送信側トランスポンダの出力光信号を光電気変換し、パルス変調の符号誤りを監視する送信トランスポンダ符号誤り監視機能部である。また、符号2は複数のトランスポンダによって生成された複数の波長の光信号を多重する波長合波機能部である。以上が、主に光多重伝送システムの送

信側を構成する構成要素である。

【0018】また、符号3-1~3-mは光ファイバなどの伝送路を含む光中継セクションであり、符号4-1~4-mは光中継セクションで発生した損失を補うため、光信号強度を増幅する光増幅器を備えた光中継器、符号4a-1~4a-mは光中継器が受信する光信号のレベルを監視する光中継器光受信レベル監視機能部、符号4b-1~4b-mは光中継器が送信する光信号のレベルを監視する光中継器光送信レベル監視機能部、符号4c-1~4c-mは光中継器入力部の光信号を光電気変換し、パルス変調の符号誤りを監視する光中継器入力符号誤り監視機能部、符号4d-1~4d-mは光中継器出力部の光信号を光電気変換し、パルス変調の符号誤りを監視する光中継器出力符号誤り監視機能部である。以上が、主に光多重伝送システムの中継部分を構成する構成要素である。

【0019】また、符号5は波長分割多重された光信号からそれぞれの波長の光を抽出する波長分波機能部であり、符号6-1~6-nはそれぞれ受信した異なる波長の光信号を復調して受信データを抽出する受信側トランスポンダ、符号6a-1~6a-nは受信側トランスポンダの受信した光信号のレベルを監視する受信トランスポンダ光受信レベル監視機能部、符号6b-1~6b-nは受信側トランスポンダの出力光信号を光電気変換し、パルス変調の符号誤りを監視する受信トランスポンダ符号誤り監視機能部である。以上が、主に光多重伝送システムの受信側を構成する構成要素である。

【0020】なお、上記におけるm、nは自然数であって、符号の後に「-n」「-m」を付して表すことにより、その符号を持つ構成要素が複数あることを示す。例えば光中継器4-1~4-m、受信トランスポンダ符号誤り監視機能部6b-1~6b-nは、それぞれ光中継器4がm個、受信トランスポンダ符号誤り監視機能部6bがn個あることを示す。

【0021】次に、図1を用いて本実施の形態の光多重伝送システムの動作を説明すると、伝達されるべき送信データは、各送信側トランスポンダ1-1~1-nにそれぞれ入力され、送信トランスポンダ光受信レベル監視機能部1a-1~1a-nにより適切な光レベルか否かを監視された後、さらに光電気変換による送信トランスポンダ符号誤り監視機能部1b-1~1b-nにより伝達されるべき各送信データの元々の信号品質が監視される。この過程によって、伝達すべきデータ信号の信号品質に劣化があった場合、元々の信号品質に問題があるのか、WDM装置側に問題があるのか特定される。

【0022】次に、送信側トランスポンダ1-1~1-nからの光信号出力は、波長合波機能部2によってWDM（波長分割多重）され、光中継セクション3-1に送出される。光中継セクション3-1中を伝送されたWDM信号光は、伝送路の損失などにより光強度が減衰する

ため、光中継器4-1によりWDM信号光強度を増幅し、次の光中継セクション3-2（図示せず）に送出する。このような過程を繰り返して、光中継セクション3-1~3-n、及び光中継器4-1~4-nを経由して、波長分波機能部5までWDM伝送される。

【0023】受信側では、波長分波機能部5でWDM伝送された複数の波長の光信号を、各波長の光信号に分波し、分波された光信号は、それぞれ受信側トランスポンダ6-1~6-nによって復調され各データ信号を得る。このとき、受信トランスポンダ光受信レベル監視機能部6a-1~6a-nによって、各波長の光レベルが正常か否かを監視し、受信トランスポンダ符号誤り監視機能部6b-1~6b-nによって、復調したデータ信号が正常か否かを確認する。この過程によって、伝送方向に対してこれより後に接続される下流の装置にデータ信号を引き渡す前に、WDM伝送区間で信号の劣化が生じていないかを特定することが可能となる。

【0024】また、光中継伝送区間では、光中継器光受信レベル監視機能部4a-1~4a-m、光中継器光送信レベル監視機能部4b-1~4b-mによって、光中継器もしくは光中継セクションなどで障害が発生しているか否かをトータル光レベルから推定し、障害監視を行う。更に、光中継器入力符号誤り監視機能部4c-1~4c-m、光中継器出力符号誤り監視機能部4d-1~4d-mによって、光中継器の入力あるいは出力の光信号を光電気変換して電気信号に変換し、パルス変調の符号誤りを監視する。このように、WDM信号中から少なくとも1波以上の単一の波長の光信号を分岐もしくは分波して取り出し、直接的に符号誤り率特性を監視するため、全チャネルで障害が発生しているような故障モードのときには、どの光中継器もしくは光中継セクションで障害が発生しているかを直接的に特定することが可能となる。

【0025】また、当該光中継器の入力点での符号誤り率が直接監視可能なため、伝送方向に対して当該光中継器より上流の光中継セクションで障害が発生したということが認識可能である。また、当該光中継器の出力部にも符号誤り監視機能が設置されているため、当該光増幅器自身の障害に関しても認識可能である。すなわち、伝送方向に対して上流の光中継セクションで起きた障害か、当該光中継器で起きた障害かを明確に区別することができるという利点がある。

【0026】なお、本実施の形態では波長分割多重方式を例にあげて説明しているが、波長の代わりに符号を利用して光信号を分割／多重して伝送する光符号分割多重（OCDM: Optical Code Division Multiplexing）方式においても、光増幅器を用いて伝送する場合は、波長を符号と置き換えて考えれば全く同様の手段が適用可能である。

【0027】また、上述の第1の実施の形態では、符号



誤り監視機能部を光中継器4-1~4-mの入出力部に設置する構成をとっているが、以下に示すように各種設置法があることは言うまでもない。そこで、次に、光中継器4-1~4-mにおいて符号誤り監視機能部の配備する場所を変えた形態を図面を参照して説明する。

【0028】(第2の実施の形態)図2(a)は、本発明の第2の実施の形態による光多重伝送システムを説明する図であって、第1の実施の形態と異なる内容として、光中継器に符号誤り監視機能部を配備する場所のみを説明する。図2(a)において、符号10は光中継器4に含まれる光増幅器であり、4cは光中継器入力部に設置された光中継器入力符号誤り監視機能部である。この場合には、光中継器の入力点での符号誤り率が直接監視可能なため、伝送方向に対して当該光中継器より上流の光増幅器か、光中継セクションで障害が発生したということを確認可能であるが、伝送方向に対して上流の伝送路区間で起きた障害か、光中継器で起きた障害かを明確に区別することができないという欠点がある。しかし、この構成の場合、符号誤り監視機能部が1ヶ所で済むという利点がある。

【0029】(第3の実施の形態)図2(b)は、本発明の第2の実施の形態による光多重伝送システムを説明する図であって、第1の実施の形態と異なる内容として、光中継器に符号誤り監視機能部を配備する場所のみを説明する。図2(b)において、符号10は第2の実施の形態と同じく、光中継器4に含まれる光増幅器であり、4dは光中継器出力部に設置された光中継器出力符号誤り監視機能部である。この場合には、光中継器の出力点での符号誤り率が直接監視可能なため、当該光中継器の光増幅器か、伝送方向に対してそれより上流の光中継セクションで障害が発生したということが認識可能である。しかしながら、伝送方向に対して上流の伝送路区間で起きた障害か、当該光中継器で起きた障害かを明確に区別することができないという欠点がある。しかし、この構成の場合も、符号誤り監視機能部が1ヶ所で済むという利点がある。

【0030】(第4の実施の形態)図2(c)は、本発明の第2の実施の形態による光多重伝送システムを説明する図であって、第1の実施の形態と異なる内容として、光中継器に符号誤り監視機能部を配備する場所のみを説明する。図2(c)において、符号10は第2の実施の形態と同じく、光中継器4に含まれる光増幅器であり、4eは光増幅器10の中心部分に設置された光中継器符号誤り監視機能部である。この場合には、光増幅器の中心部に符号誤り監視機能が設置されているため、当該光増幅器の前半部分か、伝送方向に対して当該光中継器よりも上流の光中継セクションで障害が起きたことを認識することが可能である。また、主信号の光SNRの劣化量が少なくて済むという利点がある。

【0031】なお、上述の第2から第4の実施の形態で

は、波長分割多重方式を例にあげて説明しているが、第1の実施の形態と同様に、波長の代わりに符号を利用して光信号を分割/多重して伝送する光符号分割多重方式においても、光増幅器を用いて伝送する場合は、波長を符号と置き換えて考えれば全く同様の手段が適用可能である。

【0032】次に、上述の第1から第4の実施の形態における光中継器に配備された符号誤り監視機能部の具体的構成例を、光中継器入力符号誤り監視機能部4cを例にとり説明する。

(第1の実施例)図3(a)は、光中継器入力符号誤り監視機能部4cの具体的構成例であって光信号を分波する場合の構成例である。図3(a)において、符号10は実施の形態で説明した、光中継器4に含まれる光増幅器である。また、符号11、14はサーキュレータであって、複数の入出力ポートをもち、それぞれ隣り合う1つのポートにだけ光信号をカップリング(結合)する。

【0033】符号12、13はファイバブラッググレーティング(FBG:Fiber Bragg Grating)である。ファイバブラッググレーティングは、光ファイバのコア部の屈折率を周期的に変化させたもので、グレーティング長、周期、屈折率増加量を変化させることにより特定の波長(ブラッグ波長)の光を任意に反射させることができる。符号15は終端処理部であって、多重された光信号から分波または分岐された光信号を電気信号へ変換し、該電気信号が伝達するデータ信号を復調して符号誤り率チェックを行うと共に、データ信号の終端処理を行い、分波または分岐された光信号と同じ波長で発光する光を終端処理されたデータ信号で再度変調する。

【0034】次に、図3(a)に示した構成例の動作を説明すると、WDMされた信号はサーキュレータ11に入力された後、ファイバブラッググレーティング12に入射される。ファイバブラッググレーティング12では、WDM信号光の中でファイバブラッググレーティングの中心波長と一致する波長 $\lambda_i$ の光信号が分波されて反射され、再度サーキュレータ11に入射される。また、ファイバブラッググレーティングの中心波長 $\lambda_i$ と一致しない波長の光信号は、光増幅器10に入射される。

【0035】サーキュレータ11に再度入射された波長 $\lambda_i$ の光信号は、入射方向が反転するためサーキュレータ11により終端処理部15に入射される。終端処理部15では、入射された光信号を光電気変換して電気信号に変換し、符号誤り率監視及び終端処理を行う。これにより、直接誤り率のチェックが行える。また終端処理後、再生されたデータを用いて波長 $\lambda_i$ の新たな光信号を変調し、サーキュレータ14へ入射する。そして、その波長 $\lambda_i$ の新たな光信号は、ファイバブラッググレーティング13により反射されるため、光増幅器10によって増幅された波長 $\lambda_i$ 以外のWDM信号と合波され



て、次段の伝送路へと送出される。

【0036】上記の過程により、WDM信号のうち波長 $\lambda_i$ の光信号のみを分離、終端、再生を行い、波長 $\lambda_i$ 以外のWDM信号は光増幅器による一括光増幅のみが行われるので、経済性を失うことなく、直接的なデータの誤り率を監視することが可能となる。

【0037】(第2の実施例)図3(b)は、光中継器入力符号誤り監視機能部4cの具体的構成例であって、図3(a)に示す第1の実施例を更に経済化した構成である。図3(b)において、符号10は第1の実施例と同じく、光中継器4に含まれる光増幅器である。また、符号11は第1の実施例と同じくサーキュレータであり、符号12は第1の実施例と同じくファイバブラッググレーティングである。符号15も第1の実施例と同じく終端処理部である。符号16は光カプラであって、複数のポートから入力された光信号同士を結合する。

【0038】次に、第2の実施例について、図3(a)に示した第1の実施例との違いを説明すると、第2の実施例は、第1の実施例のファイバブラッググレーティング13とサーキュレータ14の代わりに、波長 $\lambda_i$ の光信号の合波のために光カプラ16を用いる点にある。これにより、高価なファイバブラッググレーティングとサーキュレータを用いる代わりに安価な光カプラを用いるので、経済的な構成となる。

【0039】(第3の実施例)図4(c)も、光中継器入力符号誤り監視機能部4cの具体的構成例であって、図3(a)に示す第1の実施例を更に経済化した構成である。図4(c)において、符号10は第1の実施例と同じく、光中継器4に含まれる光増幅器である。また、符号15は第1の実施例と同じく終端処理部であり、符号16は第1の実施例と同じく光信号を結合するための光カプラである。符号17は光カプラであって、ここでは光信号の結合ではなく分岐に利用する。符号18は波長 $\lambda_i$ の光信号のみを通過させる光フィルタである。

【0040】次に、第3の実施例について、図3(a)に示した第1の実施例との違いを説明すると、第3の実施例は、第1の実施例のファイバブラッググレーティング13とサーキュレータ14の代わりに、光カプラ17を用いWDM信号の一部を分岐した後、光フィルタ18により波長 $\lambda_i$ の光信号の分波を行う点にある。これにより、第2の実施例と同様に、高価なファイバブラッググレーティングとサーキュレータを用いる代わりに安価な光カプラを用いるので、経済的な構成となる。

【0041】(第4の実施例)図4(d)は、光中継器入力符号誤り監視機能部4cの具体的構成例であって光信号を分岐する場合の構成例である。図4(d)において、符号10は第1の実施例と同じく、光中継器4に含まれる光増幅器である。また、符号11は第1の実施例と同じくサーキュレータであり、符号12は第1の実施例と同じくファイバブラッググレーティングである。符

号17は第3の実施例と同じく光カプラであって、ここでは光信号の結合ではなく分岐に利用する。符号19は光アイソレータであって、光を一方向にだけ通す性質を持っている。符号20は光終端素子であって、光信号を終端して伝送路中を反射して逆に進行することを防ぐ。符号21はモニタ処理部であって、WDM信号から分岐された光信号を電気信号に変換し、該電気信号が伝達するデータ信号を復調して符号誤り率チェックを行う。

【0042】次に、図4(d)に示した構成例の動作を説明すると、光カプラ17によりWDM信号の一部を分岐し、分岐されたWDM信号は光アイソレータ19によって光の進行方向を決定し反射光の影響が無いようにした後、サーキュレータ11を経由してファイバブラッググレーティング12に入射される。このWDM信号の内、ファイバブラッググレーティング12の中心波長 $\lambda_i$ と一致しない波長の光信号は、光終端素子20で終端されるが、中心波長 $\lambda_i$ と一致する波長の光信号は反射され、サーキュレータ11に再度入射される。サーキュレータ11に入射された波長 $\lambda_i$ の光信号は、入射方向が反転するためサーキュレータ11によりモニタ処理部21に入射される。モニタ処理部21では、入力された光信号が光電気変換されて電気信号となり、データ信号の符号誤り率測定が直接的に行われる。この構成では、第3の実施例と異なり終端処理は行わないが、符号誤り率のモニタにより、障害発生点の特定を行うことができる。

【0043】(第5の実施例)図5(e)は、光中継器入力符号誤り監視機能部4cの具体的構成例であって、図4(d)に示す第4の実施例を単純化した構成である。図5(e)において、符号10は第1の実施例と同じく、光中継器4に含まれる光増幅器である。符号17は第3の実施例と同じく光カプラであって、ここでは光信号の結合ではなく分岐に利用する。符号18は、第3の実施例と同じく波長 $\lambda_i$ の光信号のみを通過させる光フィルタである。符号21は、第4の実施例と同じくWDM信号から分岐された光信号を電気信号に変換し、該電気信号が伝達するデータ信号を復調して符号誤り率チェックを行うモニタ処理部である。

【0044】次に、図5(e)に示した構成例の動作を説明すると、光カプラ17によりWDM信号の一部を分岐し、分岐されたWDM信号は光フィルタ18に入射される。このWDM信号の内、光フィルタの中心波長 $\lambda_i$ と一致する波長の光信号は、光フィルタを透過し、モニタ処理部21で光電気変換され、データ信号の符号誤り率測定が直接的に行われる。この構成では、図4(d)の場合より構成が単純化されている。

【0045】なお、上述の第1から第5の実施例は、光中継器入力符号誤り監視機能部4cを例にとって説明したが、光信号を分波または分岐する場所が異なるだけで、図2に示す光中継器出力符号誤り監視機能部4d、

光中継器符号誤り監視機能部4 eは同様の構成によって実現できる。

#### 【0046】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、波長または符号によって多重された光信号から、少なくとも1波以上の単一の波長の光信号を分岐もしくは分波して取り出し、これを電気信号へ変換して直接的に符号誤り率特性を監視する。従って、伝送路の途中においても伝送誤りを検出することができるという効果が得られる。請求項2に記載の発明によれば、伝送路において、光中継点より前の伝送路、光中継点より後ろの伝送路、光中継点の内部のどこで障害が発生しているかを判定する。従って、障害発生点の特定を容易に行うことができるという効果が得られる。

【0047】請求項3に記載の発明によれば、波長分割多重、あるいは符号分割多重された光信号から、特定の波長を持つ光信号を分波して電気信号へ変換し、符号誤り率を測定した後、終端処理を行いデータを再生する。そして、再生されたデータ信号を用いて、多重された光信号より分波された光信号の波長と同じ波長の光信号を再変調して、元の波長分割多重、あるいは符号分割多重された光信号へ戻す。従って、分波された光信号が元に戻されて、元の波長分割多重、あるいは符号分割多重された光信号と同じ信号となる。従って、WDMされた光信号から一部の波長の光信号のみを取り出して監視するだけで、全波長の光信号の伝送誤り状態を推測できるので、経済的に伝送誤りを監視できるという効果が得られる。請求項4に記載の発明によれば、波長分割多重、あるいは符号分割多重された光信号から、モニタ信号として、特定の波長を持つ光信号を分岐して電気信号へ変換し、符号誤り率を測定する。従って、請求項3に記載の発明よりも更に経済的にWDM信号の伝送誤りを監視できるという効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態の光多重伝送システムの構成を示す図である。

【図2】 本発明の第2から第4の実施の形態の光多重伝送システムの構成を示す図である。

【図3】 第1から第4の実施の形態の光多重伝送システムの第1と第2の実施例を示す図である。

【図4】 第1から第4の実施の形態の光多重伝送システムの第3と第4の実施例を示す図である。

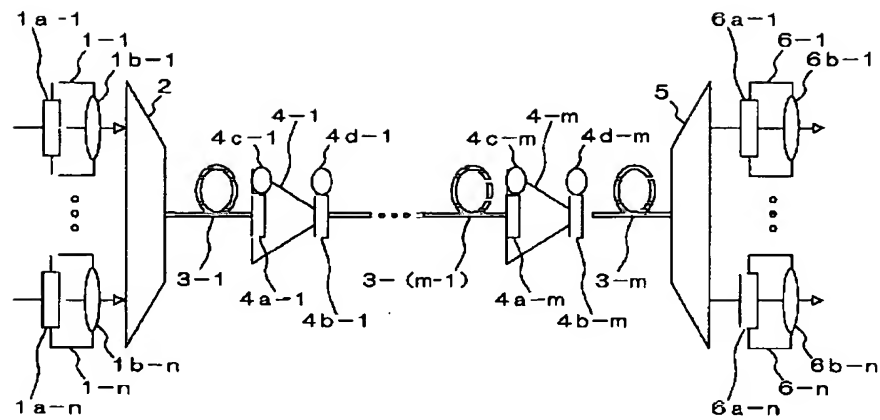
【図5】 第1から第4の実施の形態の光多重伝送システムの第5の実施例を示す図である。

【図6】 従来例の光多重伝送システムの構成を示す図である。

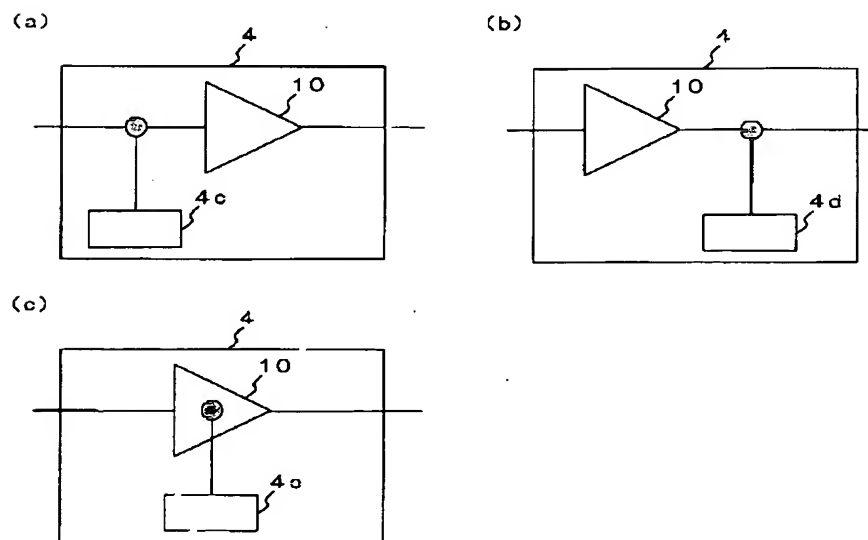
#### 【符号の説明】

- 1-1～1-n 送信側トランスポンダ
- 1a-1～1a-n 送信トランスポンダ光受信レベル監視機能部
- 1b-1～1b-n 送信トランスポンダ符号誤り監視機能部
- 2 波長合波機能部
- 3-1～3-m 光中継セクション
- 4、4-1～4-m 光中継器
- 4a-1～4a-m 光中継器光受信レベル監視機能部
- 4b-1～4b-m 光中継器光送信レベル監視機能部
- 4c、4c-1～4c-m 光中継器入力符号誤り監視機能部
- 4d、4d-1～4d-m 光中継器出力符号誤り監視機能部
- 4e 光中継器符号誤り監視機能部
- 5 波長分波機能部
- 6-1～6-n 受信側トランスポンダ
- 6a-1～6a-n 受信トランスポンダ光受信レベル監視機能部
- 6b-1～6b-n 受信トランスポンダ符号誤り監視機能部
- 9-1～9-m 光中継器
- 9a-1～9a-m 光中継器光受信レベル監視機能部
- 9b-1～9b-m 光中継器光送信レベル監視機能部
- 10 光増幅器
- 11、14 サーキュレータ
- 12、13 ファイバブラッググレーティング
- 15 終端処理部
- 16、17 光カプラ
- 18 光フィルタ
- 19 光アイソレータ
- 20 光終端素子
- 21 モニタ処理部

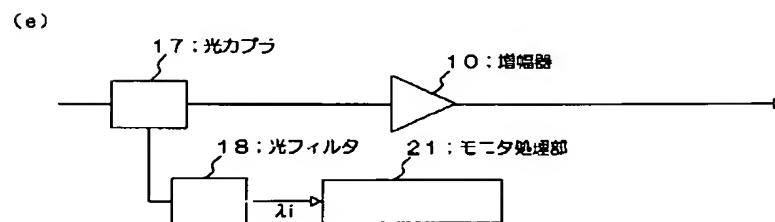
【図1】



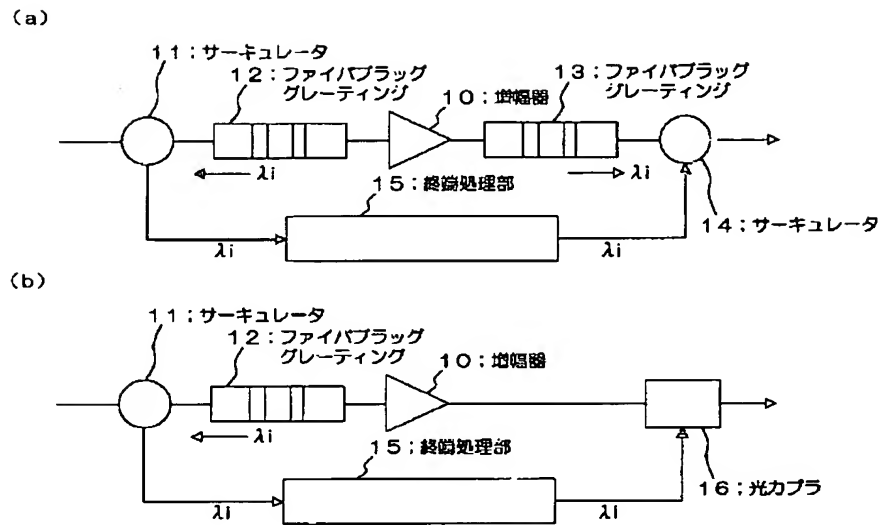
【図2】



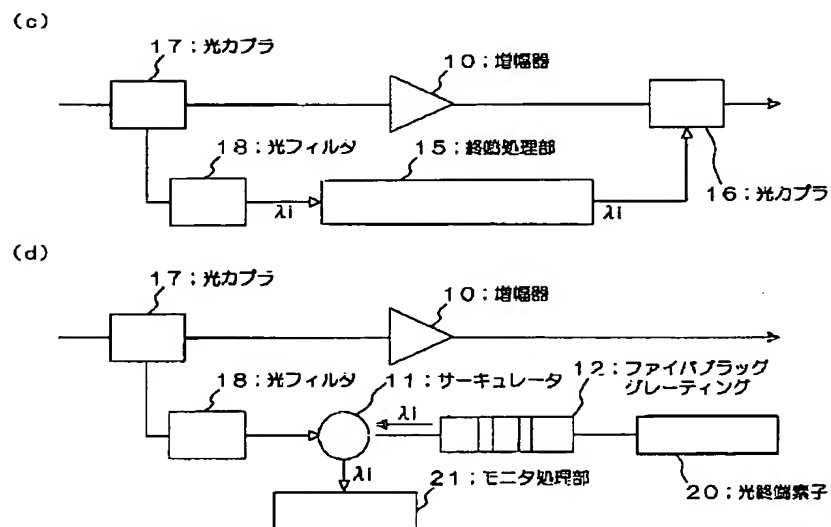
【図5】



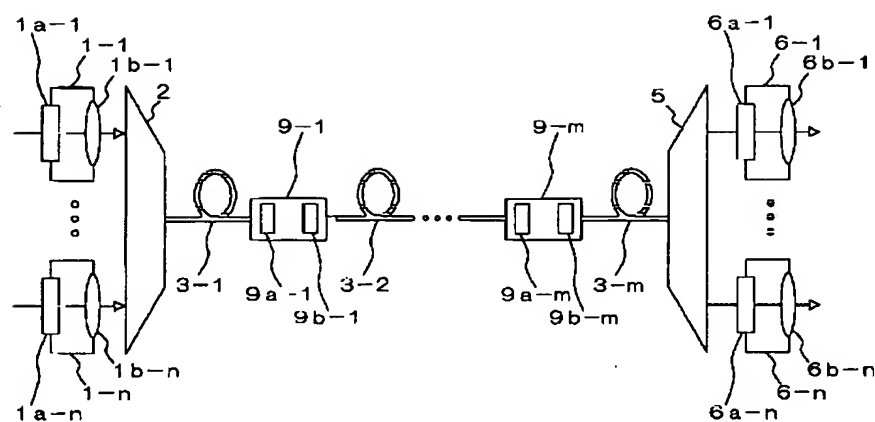
【図3】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

H04J 14/06

識別記号

F I

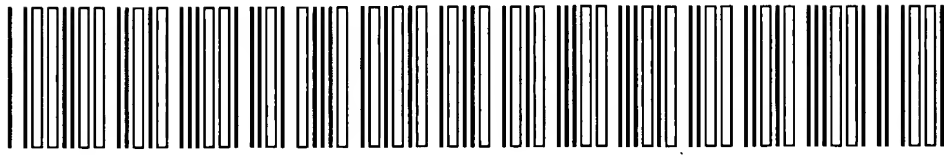
(参考)

Fターム(参考) 5K002 AA06 DA01 DA02 EA06 EA07

5K042 CA10 DA27 DA33 EA04 EA06

EA15

# IDS REFERENCES



FOR

## 拒絶理由通知書

特許出願の番号	特願2003-081779
起案日	平成19年 9月27日
特許庁審査官	山口 尊士 3791 5J00
特許出願人代理人	笹島 富二雄 様
適用条文	第29条第2項

この出願は、次の理由によって拒絶をすべきものです。これについて意見がありましたら、この通知書の発送の日から60日以内に意見書を提出してください。

### 理 由

この出願の下記の請求項に係る発明は、その出願前に日本国内又は外国において、頒布された下記の刊行物に記載された発明又は電気通信回線を通じて公衆に利用可能となった発明に基いて、その出願前にその発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に発明をすることができたものであるから、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができない。

記 (引用文献等については引用文献等一覧参照)

請求項：1

引用文献：1, 2

備考：

引用文献1の段落【0002】から段落【0044】、及び関連図面（特に図5）を参照すると、引用文献1には、「光伝送路を介して伝送される波長分割多重された光信号（本願発明における「波長多重信号光」に相当する。以下同様。）の信号品質（品質）を監視するための方法であって、前記光伝送路を伝搬する波長分割多重された光信号の一部をモニタ光として分岐し、該分岐したモニタ光に含まれる複数の波長の信号光のうちの1（1つの波長）の信号光を測定対象として選択し、該選択した測定対象の信号光について、符号誤りを測定し、該測定結果に基づいて、前記測定対象の信号光の品質に劣化が発生しているか否かを判定し、該判定結果を監視情報として出力することを特徴とする波長分割多重された光信号の「符号誤り率を監視する手段」（品質監視方法）。」という発明が記載されている。

ここで、本願の請求項1に係る発明と引用文献1に記載された発明とを対比すると、品質監視方法は、本願の請求項1に係る発明では、予め設定した時間内における符号誤りの発生回数複数回繰り返して測定して、劣化要因を判定するのに対し、引用文献1に記載された発明では、そのようなことは記載されていない点で相違する。

上記相違点について検討すると、引用文献2には、WDM伝送システムの信号のビットエラーレートを測定して15段PN系列（32767ビット）の各ビットにおける誤り発生頻度から伝送特性の劣化要因を判定する技術が記載されている。

そして、引用文献1の発明も、引用文献2の発明も、WDM伝送システムのビットエラーレートを測定するものであるから、引用文献1の品質監視方法に上記技術を適用し、本願の請求項1に係る発明をすることは当業者が容易になし得るものである。

また、本願の請求項1に係る発明の効果は引用文献1, 2の記載から予測し得る程度のものである。

請求項：2

引用文献：1-3

備考：

請求項1での検討を踏まえた上で、新たに限定された点について検討すると、次のとおりである。

請求項2に係る発明と引用文献1に記載された発明とを対比すると、本願の請求項2に係る発明では、監視情報に応じて測定対象の信号光のパワーを調整するための制御信号を発生し、該制御信号を光伝送路上に伝えるのに対し、引用文献1に記載された発明では、そのようなことは記載されていない点で相違する。



また、本願の請求項 2 に係る発明の効果は引用文献 1 - 3 の記載から予測し得る程度のものである。

請求項 1 の備考の欄で検討したとおりである。

引用文献 1 には、送信トランスポンダ（光送信部）と受信トランスポンダ（光受信部）の間で、光伝送路および該光伝送路上に配置された 1 つ以上の光中継器（中継ノード）を介して、波長多重信号光が送受信される光多重伝送システム（光伝送システム）において、受信トランスポンダおよび光中継器の少なくとも 1 つが、波長多重信号光の符号誤り監視機能部（品質監視装置）を具備する光多重伝送システムが記載されており、請求項 5 で新たに限定された点による新たな差異はない。

請求項 3 に係る発明については、現時点では、拒絶の理由を発見しない。拒絶の理由が新たに発見された場合には拒絶の理由が通知される。

1. 特開2003-069503号公報  
2. 縣亮他, 多種劣化原因に対する光伝送システムの符号誤り特性, 電子情報通信学会2002年通信ソサイエティ大会講演論文集2, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2002年 8月20日, B-10-77, 第365頁  
3. 特開2000-031900号公報

調査した分野      I P C第8版    H04B10／00－10／28  
                               H04J14／00－14／08

特開平06-160238号公報  
特開平07-177130号公報  
特開平11-103287号公報  
特開2000-174733号公報

この拒絶理由通知の内容に関するお問い合わせ、または面接のご希望がございましたら下記までご連絡ください。

TEL. 03 (3581) 1101 内線 3535  
FAX. 03 (3501) 0699

## 各種劣化要因に対する光伝送システムの符号誤り特性

B-10-77

Bit error characteristics for various degradation factors in optical transmission systems

縣 亮      森田 逸郎      田中 啓仁      枝川 登  
Akira Agata    Itsuro Morita    Keiji Tanaka    Noboru Edagawa

(株) KDDI 研究所  
KDDI R&D Laboratories Inc.

## はじめに

大容量 WDM 伝送システムを実現する上で、近年 FEC (Forward Error Correction) 技術の重要性がますます注目されている<sup>[1]</sup>。期待される FEC 性能の評価は、一般的に、ランダムに発生する符号誤りを仮定して行われているが、光伝送システムにおける符号誤りの発生は必ずしも完全にランダムプロセスとして扱えないとの理論検討結果が報告されている<sup>[2]</sup>。そこで、我々は、光伝送システムの代表的な劣化要因である ASE 雑音、誘導ラマン効果(SRS)、XPM、隣接チャネルクロストーク(XT)、およびイントラチャネル FWM(IFWM)について、符号誤り発生特性を実験的に評価したので、その結果を報告する。

## 2. 実験

図 1 に、実験系を示す。測定信号には、10.7Gbit/s の RZ 信号 (PN15 段) を用いた。はじめに、想定する劣化要因の無い状態でビットエラーレート(BER)が  $1 \times 10^{-10}$  以下となるように光受信機入力状態を設定し、次に劣化要因を付加した状態での BER が約  $1 \times 10^{-6}$  となるよう、劣化要因の強さを調整した。符号誤り発生特性は、個々の符号誤りの発生位置が検出可能な測定器を用いて測定し、10000 個の符号誤りについて評価した。

## 3. 結果

図 2 に、15 段 PN 系列 (32767 ビット) の各ビットにおける誤り発生頻度を各劣化要因毎にまとめた結果を示す。図 2 より、ASE 雑音が原因で発生する符号誤りは概ねランダムであるのに対して、隣接チャネルクロストークや非線形現象による特性劣化、とくに IFWM に起因する符号誤りは、パターン依存性が非常に顕著であることが確認された。従って、ASE 雑音以外の劣化要因が無視できない光伝送システムにおける FEC 性能を評価する場合は、符号誤り発生分布の非ランダム性を十分に考慮する必要があることが明らかになった。

## 4. まとめ

光伝送システムの代表的な伝送特性劣化要因である ASE 雑音、SRS、XPM、XT、IFWM に対して、符号誤り発生特性を実験的に評価した。その結果、ASE 雑音以外の劣

化要因については、符号誤り発生ランダム性が著しく低下することを確認した。

## 5. 謝辞

日頃御指導頂く KDDI 研究所浅見所長、松島副所長、および KDDI-SCS 秋葉社長、山本専務取締役様に深く感謝致します。

## 参考文献

- [1] H. Kidroff, et al., OFC2000, ThS3 (2000).  
[2] T. Georges, Electron. Lett., pp1174-1175 (1995)

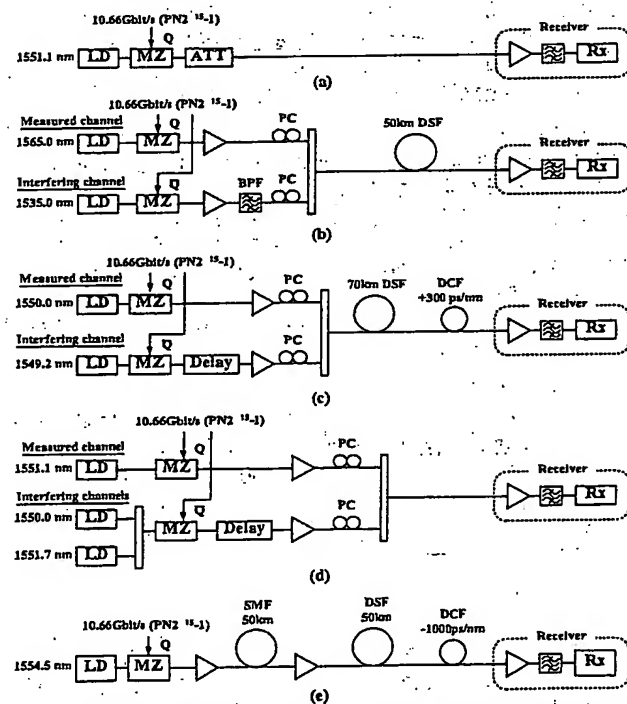


図 1 : 実験系 (a)ASE, (b)SRS, (c)XPM, (d)XT, (e)IFWM

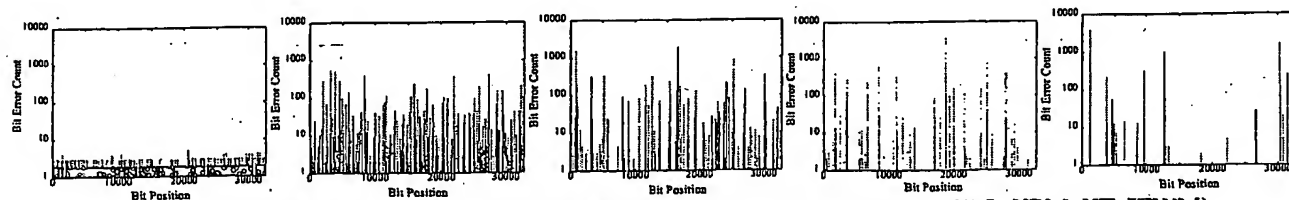


図 2 : PN 系列を構成する各ビットに対する誤り発生頻度 (左から順に ASE, SRS, XPM, XT, IFWM)

# 電子情報通信学会 2002年通信ソサイエティ大会 講演論文集 2

## ENGLISH SESSIONS

SB-13. Traffic Engineering in IP-based Network

### 一般講演

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| B-6. ネットワークシステム   | B-11. コミュニケーションクオリティ    |
| B-7. 情報ネットワーク     | B-12. 光スイッチング           |
| B-8. 通信方式         | B-13. 光ファイバ応用技術         |
| B-9. 電子通信エネルギー技術  | B-14. テレコミュニケーションマネジメント |
| B-10. 光通信システムA, B | B-16. インターネットアーキテクチャ    |

### シンポジウム

- |  |
|--|
| SB-4. IPブロードバンド時代のユビキタスネットワークアーキテクチャ             |
| SB-5. モバイルインターネットを支えるネットワーク技術                    |
| SB-6. ブロードバンドIP網を支えるフォトリックネットワークシステム構成・制御技術      |
| SB-7. スwitchング電源の小形軽量化・高効率化・低ノイズ化技術の現状と今後の動向     |
| SB-8. ネットワークシステムのリスク管理と安全性, 信頼性                  |
| SB-9. 新しいテレコム管理システム開発技術                          |
| SB-10. 次世代ネットワークソフトウェア                           |
| SB-11. IP over フォトリックネットワークでのマルチレイヤーリング/シグナリング技術 |

### ソサイエティ企画

- |       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| パネル討論 | PB-2. ブロードバンドアクセス技術とそれを用いたサービスの動向   |
|       | PB-3. IP電話サービス、技術、ネットワーク性能と品質、番号、制度 |
|       | PB-7. 大学・大学院における情報通信教育と研究：産業界との連携   |



2002年9月10日～13日 宮崎大学（宮崎市）  
September 10～13, 2002, Miyazaki University, Miyazaki

COMMUNICATIONS SOCIETY  
THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

社団法人 電子情報通信学会  
通信ソサイエティ

(大会終了までは複写を禁止します。大会終了後は目次の最終ページに掲載の方法により複写できます。)

# 高精度ネットワークシミュレーション

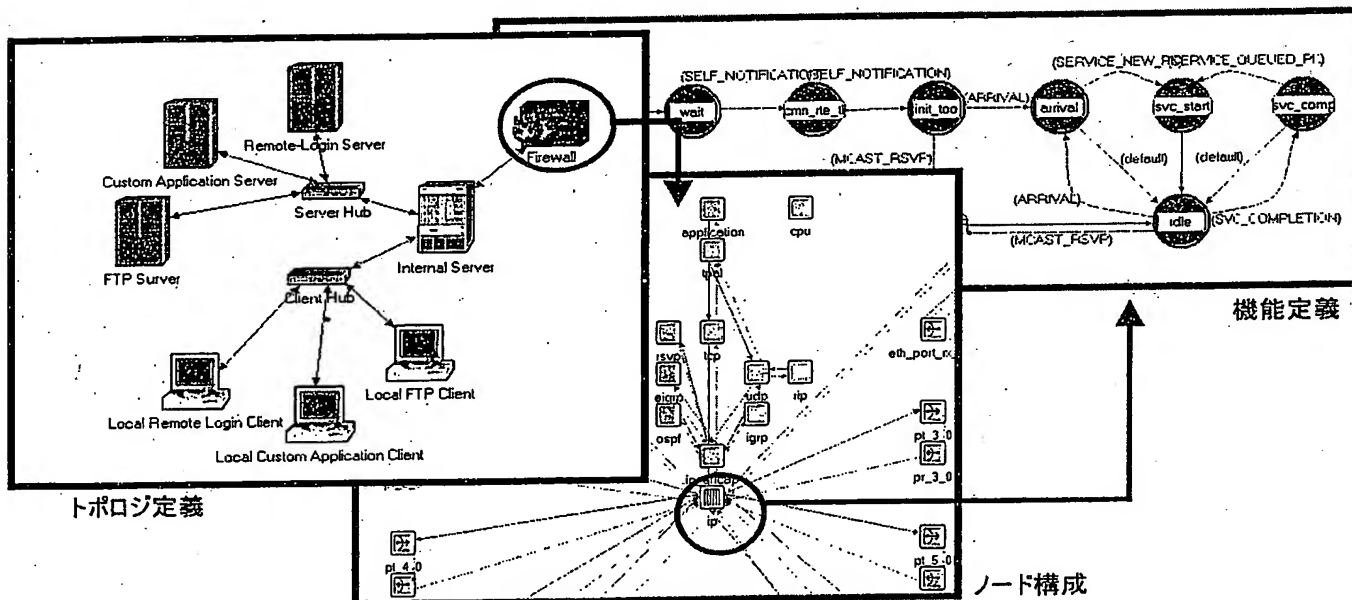
Modelerは有線から無線まで通信ネットワーク/デバイス/プロトコルをモデル化しシミュレートします。最新バージョンも機能満載です。

## 適用事例

- ・MPLS, IGRP, OSPF, RIP等といったルーティングプロトコル関連のネットワーク評価
- ・優先キュー, WRR, WFQなどのQoSを利用した評価
- ・IP評価(Voice Over IP, IPマルチキャスト, IPV6, モバイルIP 等)
- ・移動体一基地局一基幹網等、大規模複合ネットワークの性能評価
- ・IEEE802.11, IMT-2000, BlueTooth等、無線システムのプロトコルモデル開発及び評価
- ・大規模社内ネットワークやインターネット等のネットワーク品質評価

## 特長

- ・アプリケーショントラヒックの特性評価・診断可能(ACEモジュール)
- ・他社ネットワーク管理ツール・トラヒック収集ツールからの取り込み可能(MVIモジュール)
- New・特定ルータ/回線故障時の迂回経路検証と影響評価可能(Flow Analysis)
- New・ルータのコンフィグレーションミスを発見し修正可能(Net Doctor) 他



**OPNET Modeler**  
THE NETWORK SIMULATION POWER TOOL

OPNETは、マサチューセッツ工科大学(MIT)で開発され、1987年に米国にて初の商用ネットワークシミュレータとして登場以来、IEEE等の標準化委員会でメンバー間の共通プラットフォームとして採用されるなど業界標準ツールとなっております。

**情報工房**  
Johokobo, Inc.

株式会社 情報工房

〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町3-27-6 日本橋浜町平田ビル2F  
TEL: 03-5623-7411 FAX: 03-5623-7414 <http://www.johokobo.co.jp/>

本製品のお問い合わせは <mailto:opsales@johokobo.co.jp>

本文中に記載されている製品名は各社の登録商標または商標です。

二〇〇二年八月二十日発行

編集兼発行人 家田 信明  
東京都港区芝公園三丁目十八番地 機械振興会館内

印刷所 トーヨー企画株式会社  
東京都千代田区飯田橋一丁目五十一番八

発行所 社団法人 電子情報通信学会  
東京都港区芝公園三丁目五十一番八(機械振興会館内)  
本論文集に掲載された論文の著作権は、社団法人電子情報通信学会に帰属します。

2002年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演論文集2 定価 17,000円 (本体16,191円・税809円)

(Title page)

---

PROCEEDINGS OF THE 2002 COMMUNICATIONS SOCIETY CONFERENCE  
OF THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND  
COMMUNICATION ENGINEERS (IEICE) / Vol. 2

---

ENGLISH SESSIONS

---

SB-13.

---

GENERAL PRESENTATION

---

B-6. (Translation is omitted.)	B-11.
B-7.	B-12.
B-8.	B-13.
B-9.	B-14.
B-10. Optical Communication System A, B	B-16.

---

SYMPOSIUM

---

SB-4.  
SB-5.  
SB-6.  
SB-7.  
SB-8.  
SB-9.  
SB-10.  
SB-11.

---

SOCIETY PROJECT

---

Panel Discussion	PB-2.
	PB-3.
	PB-7.

---

September 10-13, 2002, Miyazaki University, Miyazaki-city

---

COMMUNICATIONS SOCIETY  
THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND  
COMMUNICATION ENGINEERS

*Translation provided by SASAJIMA & ASSOCIATES*

---

**THE 2002 COMMUNICATIONS SOCIETY CONFERENCE IEICE**

---

**B-10-77 Bit error characteristics for various degradation factors in optical transmission systems**

Akira AGATA, Itsuro MORITA, Keiji TANAKA and Noboru EDAGAWA  
KDDI R&D Laboratories, Inc.

**1. Introduction**

In recent years, in order to achieve a large-scale WDM transmission system, the importance of Forward Error Correction (FEC) technology has been drawing more and more attention <sup>[1]</sup>. In general, evaluation of desired FEC performance is made by hypothesizing that bit errors occur at random. However, from a result of study in theory, it has been reported that the occurrence of the bit errors in the optical transmission system can not be exactly treated as a completely random process <sup>[2]</sup>. Therefore, we experimentally assessed the characteristics of bit error occurrence caused by typical degradation factors; ASE noise, stimulated Raman scattering (SRS), XPM, adjacent channel cross talk (XT) and intra-channel FWM (IFXM). The result thereof will be reported hereinbelow.

**2. Experimental method**

Figure 1 indicates an experimental system. For measurement signal, RZ signal with 10.7Gbit/s (PN 15-stage) was used. First, an input state of an optical receiver was set so that a bit error rate (BER) becomes equal to or less than  $1 \times 10^{-10}$  in a state where no assumed degradation factors exists. Next, intensity of the degradation factors was adjusted so that the BER becomes approximately  $1 \times 10^{-6}$  in a state where the degradation factors are added. The characteristics of bit error occurrence were determined by a measuring instrument which can detect a position where the each bit error occurs. In this experiment, 10000 bit errors were assessed.

**3. Results**

Figure 2 indicates a frequency of error occurrence for each bit of 15-stage PN sequence (32767 bits) with respect to each of the degradation factors. As shown in Fig. 2, it is confirmed that the bit error caused by the ASE noise is substantially random, in contrast, the bit errors caused by a

characteristic degradation due to the adjacent channel cross talk and a nonlinear phenomenon, in particular, the IFWM, have quite strong pattern dependences. Consequently, it is revealed that in optical transmission systems in which any of the degradation factors other than the ASE noise is nonnegligible, the evaluation of the FEC performance thereof needs to be given due consideration in the nonrandomness in distribution of the bit error occurrence.

#### 4. Conclusion

We experimentally assessed the characteristics of bit error occurrence caused by the typical degradation factors, namely, the ASE noise, the SRS, the XPM, the XT and the IFXM. As a result, we found that the randomness of the bit error occurrence is severely reduced when it is caused by the degradation factors other than the ASE noise.

#### 5. Acknowledgment

We are grateful to Mr. Asami and Mr. Matsushima, President and Vice President of KDDI R&S Laboratories, and Mr. Akiba and Mr. Yamamoto, President and Executive Director of KDDI-SCS, for their directions and important contributions to the experiments.

#### Bibliography

- [1] H. Kidroff, et al., OFC2000, ThS3 (2000).
- [2] T. Georges, Electron. Lett., pp1174-1175 (1995).

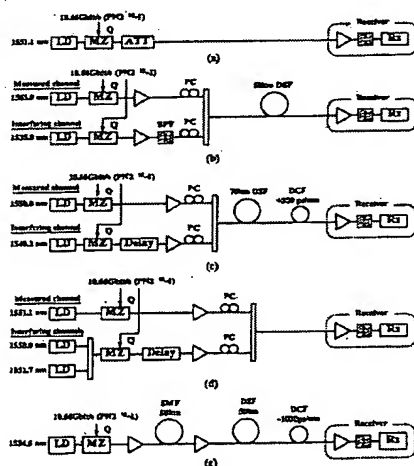


Fig. 1: Experimental system (a) ASE, (b) SRS, (c) XPM (d) XT, (e) IFWM



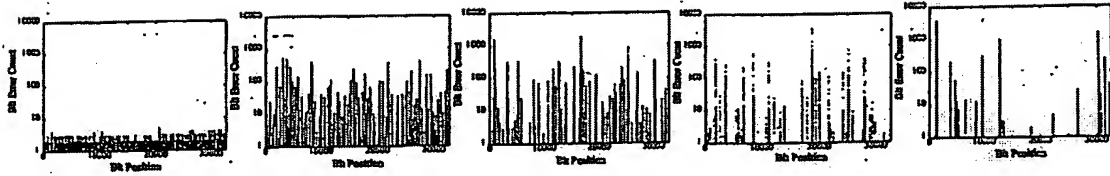


Fig. 2: Frequency of error occurrence for each bit which constitutes PN sequence (ASE, SRS, XPM, XT, IFWM, starting from the left)

*(Colophon)*

---

Proceedings (Vol. 2) of the 2002 Communications Society Conference of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE)

Copyright© 2002 By The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers

Publication office:

Legal Entity of Association: The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers

Address of Location:

Kikai-Shinko-Kaikan Bldg., 5-8, Shibakoen 3 chome, Minato-ku, Tokyo, JAPAN

The copyright of every article in the proceedings vests in the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.